

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-162539

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)7月6日

C 03 B 11/00

A-7344-4G

E-7344-4G

G 02 B 3/00

Z-7529-2H

審査請求 有 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 光学部品の成形方法

⑮ 特 願 昭61-310822

⑯ 出 願 昭61(1986)12月26日

⑰ 発 明 者 執 行 勇 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

⑱ 発 明 者 余 語 瑞 和 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 丸 島 儀一

明 細 書

1. 発明の名称

光学部品の成形方法

2. 特許請求の範囲

(1) ガラス原料を加熱溶融し、プレスして光

学部品を成形する方法は次の工程を含む：

(a) ガラス原料を加熱してガラス溶液化する第1の工程。

(b) 溶液化したガラスをプレスする光学機能面を有する上型と下型から成る型部材を有し、前記型部材の型温度を前記ガラス原料のガラス転移点とガラス転移点より100℃低い温度の間の温度範囲に調温する第2の工程。

(c) 前記第1の工程のガラスを前記第2の工程によって調温した型部材に入れ、ガラス温度が10^{0.5}〜11ボアズの粘土を示す温度に達したときに最終製品よりも5%以上好ましくは1%以上の肉厚寸法に成るように近似形状にプレスする第1の加圧工程。

(d) 前記第1の加圧工程に続いて前記型部材の温度をガラスが10^{0.5}〜11ボアズの粘土を示す温度の範囲に保ちつつ、前記型部材を最終の光学部品形状にプレスし、そのプレス終了時まで、前記型部材の型の温度の差が20℃以内に収束するように調温しながらプレスする第2の加圧工程。

(e) 前記第2の加圧工程の後に、成形された光学部品と型部材を冷却する工程を有し、前記冷却工程はガラス温度がガラス転移点に達する前までに型の温度と成形された光学部品の温度差を5℃以内に保つように冷却する第1冷却工程と、第1冷却の後にガラスと接する上型と下型の温度差を僅少差に保ってガラスを除歪下限点まで冷却する第2の冷却工程。

3. 発明の詳細な説明

[発明の属する分野]

本発明は光学部品の成形方法に関し、特にガラス原料を溶融してプレス成形する方法に関す

る。

〔発明の従来技術〕

カメラ用のレンズ、コンパクトディスク用ビツクアップレンズ等の光学レンズの製造方法として、切削－研磨工程を行なう方法とガラスを成形用の型部材に入れてプレス成形する方法がある。プレス成形法は型部材の材料選択、型表面の加工、型とガラスの温度制御等に多くの解決すべき問題点があるが製造コスト上のメリットや複雑形状のレンズも容易に成形できるようになり近年開発が進んでいる。

〔従来技術の問題点〕

プレス成形法としてあらかじめ予備成形された半加工レンズ（以下ブランクと称する）を型部材に入れ、ブランクと型部材を同時に又は別々にプレス温度まで加熱しプレス成形して型部材に形成した光学機能面を押圧転写してレンズを成形する方法と、ガラス原料を熔融後、適量型部材に入れプレス成形する方法がある。

前述のブランクを用いた成形方法としては特

公昭61-32263号公報があり、原料からの成形方法としては特公昭56-378号公報がある。

ガラスを型部材に入れてガラスプレス成形する意義として型部材のプレスにより同一金型の型表面のガラスへの押圧転写により成形できるため同一精度のレンズを短い時間に数多く作ることができる。それ故従来のように切削－研磨による方法に比し製造時間の大幅な短縮が図れコストダウンを可能としたこと、及び、従来の研磨に依る方法においてはレンズ面の表面形状が複雑な形状の場合例えば非球面レンズの場合には非球面表面の研磨処理の研磨工具、研磨時間等に問題を有している。

又、ガラスプレス成形においても前述のブランクを用いた方法の場合にはブランクの形状やブランク表面の精度を最終製品の形状及び精度に準じた形態とする必要があり、ブランク加工に要する設備・工程、ブランク加工時間によるコストメリットを追求することが困難な面があ

る。法」が開示されておりひけの発生を除去し、公差 $3/100\text{mm}$ 以下のレンズ素材を得る方法であり、写真レンズの如き波長オーダーの面精度のレンズを熔融したガラス原料から直接得る方法は開示されていない。

〔本発明の解決すべき問題点〕

本発明は前述の問題点を解決する成形方法を提案するものであり、特にガラス粉末原料を加熱して熔融し、熔融したガラスを型に入れてプレス成形することにより、後工程なしでそのまま写真用レンズの如く高精度な光学部品を直接得る事ができ、量産効果の期待できる成形方法を提案する。

更に本発明は熔融ガラスを型部材に入れてプレス成形するにあたりガラスが型表面に融着を起こさず、又同一の型部材により繰り返しプレス成形加工の可能なガラス及び型の温度範囲の設定を行なうことを提案する。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は前述の問題点を解決するために次の

更にガラス原料熔融による加熱・プレス成形による方法も前述特公昭56-378号公報に示されているがこの発明は金属型の温度を被成形ガラスの転移点以上、軟化点以下で一定に保持し、この金属型内に流動性を有する該ガラスを入れて加圧成形し、そしてこの状態を成形されたガラスの温度分布が均一化されるまで、20秒以上保持することを特徴とする成形法である。

この成形法においては型部材の型温度をガラスの転移点以上に加熱して流動性ガラスを加圧成形する方法のため型温度が高い故にガラスが型表面に融着する問題を起こし、更に加圧成形時の型温度が非常に高いため例えば中心肉厚の厚いレンズを成形する場合等に高温でプレスして形状を整えたレンズの冷却時の歪除去の問題、更には前述の高温に耐え得る型部材の材料選択及び型部材の型寿命の短縮等の問題を有する。又この発明は「高精度レンズ素材の成型

各工程を経ることを特徴とする。まず、

(a) ガラス原料を加熱してガラスを溶融化する。この工程では最終製品を例えば一眼レフカメラ用レンズとする場合に該レンズ用ガラスに適したガラス原料の粉末をるつぽに入れ加熱して溶融する。この溶融過程において溶融ガラス中の気泡を脱泡、攪拌を行ない泡のない均質度の高いガラスにする。

(b) 次に型温度を調整する。型部材としては超硬合金等の材料により上型と下型及びレンズ形状によっては上型・下型の側面に位置する胴型を用い、型を閉じたときに型内の空間形状がレンズ形状と成し、型の内表面はレンズの光学機能面を形成すべく鏡面仕上する。型の光学機能面の精度は型の光学機能面がガラスに押圧され型表面の精度がガラス表面に転写されてレンズ表面となるものであり要求されるレンズの表面精度と同程度かそれ以上に仕上げる。型部材の温度はガラス原料のガラス転移点とガラス転移点より 100°C

粘度を示す温度に達するまでに近似形状にガラスを成形すると短い時間で前述の最終製品より5%肉厚寸法の大きい寸法形状に加工するのにガラスの押圧による変形のために好ましかった。

ここでガラスは、冷却に供なうひけを生ずるが前述した如くガラスが $10^{0.5} \sim 10^{11}$ ポアズの粘度を示す温度まで加圧することで、ひけを大幅に減少させる事が出来、さらに残り押ししろを5%好ましくは1%以上残し、後述する次工程で残り押ししろを押しきる事により前記ひけの残り部分を十分に解消出来る事を本発明者らは見出した。さらにひけを少なくする方法として、型温を上げる事が考えられるが型温が被成形ガラスのガラス転移点 (T_g , 10^{12} ポアズ) 以上の温度で成形を開始すると融着を生じやすく、又逆に型温が $T_g - 100^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で成形を開始すると、ひけが大きくなり次工程でひけを解消出来なくなった。以上の理由により成形開始時

低い温度の範囲に調整する。

溶融したガラスを上述の温度に調整した型部材に入れるとガラスは急速に冷やされガラス温度は下がり、型部材特に型の表面温度は上昇し型温度は上がりガラスと型の温度差は急速に縮小する。

(c) ガラスを型に入れてガラスの表面温度が急速に下がる過程において上型か下型又は上型と下型の両方を1次加圧する。この加圧過程においてガラスの表面温度は急速低下するため型との融着現象を防ぐことができ又、表面変質層も光学上さしつかえない範囲に押えることができ型部材の加圧によりガラスが流動して型の空間形状に倣った形状に変化して溶融ガラスはレンズ形状を形成していく。この1次加圧はガラス温度が $10^{0.5} \sim 10^{11}$ ポアズの粘度に達するまでに最終製品よりも5%以上の肉厚寸法の多い寸法に成るように最終製品に近似した形状まで加圧する。

前述のガラス温度が $10^{0.5} \sim 10^{11}$ ポアズの

の型温は被成形ガラスのガラス転移点温度 (T_g) から $T_g - 100^{\circ}\text{C}$ とする事が好ましかった。又さらに型温を前述の温度に保つことで、ひけや融着防止上有効であるばかりでなく、加圧時に型温が成形に必要な温度 (被成形ガラスの粘度で $10^{0.5} \sim 10^{11}$ ポアズに相当する温度) 以上に上がる事がない為、高精度に加工された型の寿命にも大きく寄与する効果も生じた。

(d) 更に前述の1次加圧に引き続いて型部材に圧力を加えて最終製品形状にガラスを成形する。

前述第1次加圧終了時のガラス温度は $10^{0.5} \sim 10^{11}$ ポアズの粘度を示す温度であるが最終製品形状の加圧時の温度は型部材を構成する部材、即ち、ガラスに接する部材の温度を前記ガラスが $10^{0.5} \sim 10^{11}$ ポアズの粘度を示す温度範囲に保ちつつ、かつ前記型部材の温度差を少なくとも 20°C 以内に収束するように型部材の温度を制御する。これにより

型部材の中のガラス温度は 10°C ～ 11°C ポアズの粘度を示す温度の範囲内に保たれ、さらに第2の加圧工程終了時にはガラス内部の温度差も 20°C 以内に押えられ、最終製品形状の成形が行なわれる。

ここで第2の加圧工程においてガラスの粘度が 10°C より小さいと、ガラスの自重変形や冷却時のひけの増大によりすぐれた面の転写性は得られなかった。逆にガラスの粘度が 10°C より大きいと成形に要する時間が膨大となり、又プレス後にガラスの部分的な弾性回復が発生し良好な面が得られなかった。さらに第2の加圧工程終了時に前記型部材、特に光学機能面を有する型部材間に温度差が存在すると、前記型部材に接しているがガラスにも同様の温度差を生じる。この為ガラス内部の熱膨張の相違により、室温までの冷却収縮時にソリを生じガラスの光学機能面の精度を悪化させる原因となるが、前記第2の加圧工程終了時まで前記型部材の温度差を 20

度以内にし、さらに後述する次工程の冷却工程を行なうことで、前記第2の加圧工程で生じたソリを解消出来る事を本発明者らは見出した。

(e) 前述の最終製品形状の加圧成形が終了すると型部材を冷却して加圧成形した形状の製品を型部材から取り出すための冷却工程に入る。この冷却工程には最終製品のガラスの内部歪除去及び屈折率調整のアニール操作のための準備工程としての意味がある。

前記第2次加圧時のガラスと型の温度は 10°C ～ 11°C ポアズの間の範囲内で行なわれるので、この温度状態で成形品を型から取り出すと成形品の形状変形や、冷却にともなう歪の発生を生じる。そのため成形品を型と共に冷却して変形を防ぐわけであるが、アニール工程の前の冷却工程で型部材とガラス温度をほぼ同じにして同一の冷却速度にするとアニール工程に好ましい結果が得られた。そのため本発明者は前述の2次加圧工程の後の冷

却工程を2つの工程に分けて操作することを考えた。つまり、冷却の第1の工程はガラス粘度 10°C ～ 11°C ポアズの範囲内のガラスと型の温度を同一温度に冷却制御する。更に第2の工程としてガラスと型を同一温度に保って取り出し温度又はアニール温度まで冷却する。

そして、特に大事な条件は1次冷却においてガラスと型の温度がガラス粘度 10°C ～ 11°C ポアズからガラス転移点の温度に冷却される間にガラスと型部材の温度をほぼ同一の温度に制御しその後ガラス転移点からガラス粘度 10°C ～ 11°C ポアズの温度まで型部材とガラスを同一冷却速度で冷却することであった。

この様な冷却工程を行なわずに成形した光学部品は所望の屈折率を得る為の次工程のファイニアニールを行なうと前記第2の加圧工程までに得られた形状、特に光学機能面の面精度にニュートンリング±5本以上の狂いを生じたが、前記冷却工程を行なって成形した

光学部品には成形や冷却による残留歪の発生がほとんどなく前記のファイニアニールを行なっても、前記冷却工程までに得られた形状や面精度を損なう事はなかった。

[実施例の説明]

[実施例1]

カメラ用のレンズ例えば本出願人の製造・販売に係る一眼レフカメラのレンズに適する $N_d = 1.59551$ (屈折率)、 $\nu_d = 39.2$ (アツベ数)の性質を有するF8相当のガラス原料を用いて、第4図に示す形状のレンズ成形を行なった。まず前記ガラス原料を第1図Aに示す符号17のるつぽに入れ 1400°C に加熱してガラス原料をガラス化して熔融状態にする。熔融したガラスを 1300°C 近辺まで冷却し、攪拌操作及び脱泡操作を行なう。

第2図は本発明に用いる成形装置を示す。

図において、符号1・2は下型及び上型を示し、炭化タングステン、超硬合金等の材料によって作る。下型1、上型2には型を閉じたと

きに合わせ面にレンズ形状となる空間形状を形成する凹部1a・2aを設け、凹部1a・2aの表面はレンズの光学機能面を形成するために表面粗さ $R_{max} 0.01\mu m$ 程度に仕上げる。3・4は下型1と上型2の温度調整用ヒーターを示し、各型部材の周囲又は型部材に適宜に設けたヒーター用挿通孔に巻回する。

5・6は下型・上型を保持する保持部材で、該保持部材の上・下方向の移動によって下型1と上型2の開閉操作を行なう。7・8は各型部材1・2の温度測定のための温度検出器を示し、該温度検出器の出力信号線7a・8aはコントローラ9・10に入力している。コントローラ9・10はそれぞれ下型の型温度と上型の型温度をそれぞれ制御する計器であり、各コントローラには前記測定器7・8の入力信号とヒーター3・4への電力を出力する様にし、コントローラ9・10には第3図に示す温度曲線に沿うように温度検出器7・8の信号に基づいてヒーター3・4への通電制御を行なうプロ

ノズル11から下型に溶融ガラスを流出する場合にはガラスの温度をガラス粘度10^{11.2}ポアズ、温度換算で860℃に流出ガラスの温度にすると良い結果が得られた。このガラスの流出温度の範囲はF8等のプリント系及びクラウン系の材料の場合ガラス粘度10^{10.5}～^{11.5}ポアズの温度範囲に調整すると前述の流出切断ガラスの塊形成及び泡の発生防止に好ましく、又、ランタン系ガラス材料の場合にはガラス粘度10^{10.5}～^{11.5}ポアズの温度範囲が好適であった。下型にガラスを流出切断後上型を被せ下型と上型によってガラスを押圧成形する。(第1図B参照)ガラス14を下型の上に流出させると下型の温度440℃とガラスの温度860℃の温度の差により第3図に示すようにガラス14の温度変化は曲線G₁として示されるようにガラス粘度10^{11.2}ポアズから10^{10.0}～^{10.2}ポアズに温度が急速に低下し、反対に型部材の型温度は曲線M₁(下型)M₂(上型)に示すように440℃から急激に上昇

グラムが設けられている。

尚第2図の型部材において成形する光学部品の形状によっては胴型を設ける。

1300℃近辺の温度で攪拌、脱泡処理した溶融ガラスを型部材に入れる前に型部材の温度を調整する。型部材1・2の温度は第3図に示すようにガラス原料F8のガラス転移点(T_g=445℃)とガラス転移点より100℃低い温度(T_g-100℃)の範囲内に調整する。本発明者は一例として型温度を440℃に設定した。型温度440℃の調温後下型1の光学機能面1aにガラス14を入れるに際しガラス溶融温度を調整する。溶融ガラス14を下型に入れるときに第1図Aに示すガラス14は下型の上で適度の粘性を有している必要があり反面液状となって下型の凹部に液状にひらたくなつては好ましくなく適当な塊状態にする必要がある。又、ガラス温度が高いとるつぼのノズル11の先端から下型に流出する際にガラス中に泡を巻き込んだり、脈理を発生させることもあった。そのため

する。下型1は上型2より先にガラスに接するため先に温度上昇を始める。型内にガラスを投入した後のプレス操作は第3図の第1の加圧工程による1次加圧と第2の加圧工程の第2次加圧の操作を行なった。第1次加圧は上型と下型の型を閉じ6秒間かけてプレス圧力を徐々に上げ最大30Kg/cm²になるまで加圧した。この操作により前述したようにガラス温度の急降下と型温度の急上昇が行なわれガラスは上型と下型の凹部1a・2aによる形状成形が進められる。第1次加圧の上型と下型のプレス操作は成形ガラスの肉厚部の中心肉厚寸法が最終製品のレンズ肉厚の寸法より約5%分余分に残るように行なう。

更に引き続いて2次加圧を行なう。2次加圧はプレス圧力60Kg/cm²を約60秒間負荷し、第3図第2の加圧工程として示すように、この第2次加圧の間は型部材の各部材間の温度分布のばらつきを20℃以内に収束させるとともに第2次加圧のプレス終了時のガラス温度が

第3図g₁点に示す520℃(粘度10^{9.2}ポアズ)になるように第2図のコントローラ9・10によってヒーター3・4を操作する。第2時加圧操作の終了時点ではガラスは下型と上型の凹部によって成形される形状となり第1時加圧終了時の5%の余裕分は圧縮される(第1図C参照)。前記プレス操作の終了によりガラス14はレンズの形に形状形成される。形成されたガラスの温度は520℃の高温であり製品とするために冷却される。520℃の高温のガラスレンズを冷却するためには冷却時にレンズ形状の形状変化、歪の発生を抑えつつ加圧終了時の形状を保って冷却する必要がある。

本実施例では第3図に示すようにガラスレンズの冷却曲線G₁と型部材の冷却曲線M₁を図示の如くにし、特にガラス転移点(T_g=455℃)に達したときにガラスレンズと型部材の温度差を5℃以内にとどまるようにコントローラ9・10によってヒーターを作動制御した。その後ガラスレンズと型部材の温度を第

で±2本(±0.63μm)以内におさまっていた。又表面変化層も400Å以下であり、そのまま写真用レンズとして十分に使用出来るものであった。

[実施例2]

実施例1と同様のF8相当のガラス原料を用い、外径φ25mm、中心部肉厚1.1±0.05mm、光学機能面の曲率がそれぞれR₁=20mm、R₂=40mmの両凸レンズの成形を行なった。又この成形に用いた型は内部形状が、前記レンズに対応するように形成された上型、下型より成り、その光学機能面に対応する型表面は、表面粗さR_{max}0.01μm以上に仕上げておいた。

まず前記上、下型温を350℃(ガラス転移点445℃より95℃低い温度)に調温後、実施例1と同様にして得られた溶融ガラスを840℃(ガラス粘度10^{4.4}ポアズ)の温度で前記上・下型間に入れ、10秒間かけてプレス圧力を徐々に上げ最大30Kg/cm²になるまで加圧し、成形ガラスの中心肉厚寸法が最終

3図g₂点に示す425℃(ガラス粘度10^{4.5}ポアズ)まで同一の冷却曲線に沿って冷却した。冷却曲線g₁の冷却スピードは5℃/min、冷却曲線G₂の冷却スピードは約10℃/minで行なった。

型部材及びガラスレンズ温度が第3図に示すg₂点に達した時、ただちに上型と下型を開きガラスレンズを取り出し、室温まで放冷した。この時点でガラスレンズの精度を測定した所、外形寸法は第4図に示す公差内におさまっており、さらにレンズ面の面精度は写真レンズに要求される精度であるアス(非対称性)、クセ(部分的なR成分のズレ)ともニュートンで0.5本(0.63/4μmのズレ)以内、表面粗さはR_{max}0.02μm以内におさまっていた。さらにこのガラスレンズの屈折率を所定の屈折率(nd=1.59551)にもどす為ファイニアニールを行なった。その後前記と同様に精度を測定した所、前述のアス、クセ、表面粗さとも変化なく、レンズ面の曲率のズレもニュートンリング

製品のレンズ肉厚寸法より約2%分残るように第1の加圧を行なった。

更に引続いて2次加圧を行なった。2次加圧はプレス圧力50Kg/cm²を約50秒間負荷し第2の加圧工程終了時にガラス温度が510℃(粘度10^{9.5}ポアズ)上型、下型の型温がそれぞれ510℃±5℃になる様に操作した。その後加圧を解除し、ガラスレンズを型間に入れたまま、毎分約10℃の冷却スピードで、ガラスレンズと各型の温度差が2℃以内に収束する様に型温をコントロールしながらガラス転移点(445℃)まで冷却しさらに毎分5℃の冷却スピードでガラスレンズと各型の温度差が生じないように425℃(ガラス粘度10^{4.5}ポアズ)まで冷却した。その後ガラスレンズを型より取り出し、屈折率調整の為のファイニアニールを行なった。さらに実施例1を同様の測定を行なった所、光学機能面の曲率のズレはニュートンリングで±2本以内、アスクセともニュートンリングで0.5本以内、表面

粗さは $R_{max} 0.02$ 以下であり、従来の研磨レンズと同等以上の性能を有していた。

[実施例3]

実施例1と同じ形状のレンズ(図4参照)を $n_d = 1.77250$ 、 $v_d = 49.6$ ガラス転移点 $T_g = 700^\circ\text{C}$ なる性質を有するランタン系ガラス LaF_3 相当のガラス原料を用いて成形を行なった。又この成形に用いた型部材は実施例1と同じものを用いた。

まず前記型部材を 650°C (ガラス転移点 700°C より 50°C 低い温度)に調温後、実施例1と同様にして得られた熔融ガラスを 900°C (ガラス粘度 $10^{2.5}$ ポアズ)の温度で前記型部材間に入れ、5秒間かけてプレス圧力を徐々に上げ最大 $45\text{Kg}/\text{cm}^2$ になるまで加圧し、成形ガラスの中心肉厚寸法が最終製品のレンズ肉厚寸法より約5%分残るように第1の加圧を行なった。

更に引き続いて2次加圧を行なった。2次加圧はプレス圧力 $80\text{Kg}/\text{cm}^2$ を約120秒間負

ことにより写真用レンズ等に代表される極高精度な(外径寸法公差 $5/100\text{mm}$ 以内、アス、クセがニュートンリング0.5本以内、曲率のズレのバラツキがニュートンリング ± 2 本以内)光学部品を研削、研磨等の後工程を必要としないで、ガラス原材料の熔融液から直接成形出来る事が可能になった。この本発明の効果として以下の点が上げられる。

- (1) 冷却時のひけやソリの発生のない高精度な特に曲率の部分的な変化が $0.63/4\mu\text{m}$ 以内の光学部品を原材料の熔融から直接モールド成形により得る事が出来る。
- (2) 研削研磨による従来方式やリヒートプレスによる成形に比較しコストは2/1以下。
- (3) 型温の変化率が少なく、かつ成形前後の型温が近い為くり返して型を使用する事が容易な為、効率的な量産が期待出来る。
- (4) 低温の型に高温の硝子を入れる為、硝子表面が素早く冷却される為、硝子表面の変質層を実用上問題にしないでする範囲内に

荷し第2の加圧工程終了時にガラス温度が 718°C (粘度 $10^{10.2}$ ポアズ)上型、下型の型温がそれぞれ $716^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ になる様に操作した。その後加圧を解除し、ガラスレンズを型間に入れたまま毎分約 5°C の冷却スピードで、ガラスレンズと各型の温度差が 1°C 以内に収束する様に型温をコントロールしながら、ガラス転移点(700°C)まで冷却しさらに毎分 3°C の冷却スピードでガラスレンズと各型の温度差が生じないように 685°C (ガラス粘度 $10^{14.5}$ ポアズ)まで冷却した。その後ガラスレンズを型より取り出し、屈折率調整の為のファイナニールを行なった。さらに実施例1と同様の測定を行なった所、光学機能面の曲率のズレはニュートンリングで ± 2 本以内、アスクセともニュートンリングで0.5本以内、表面粗さは $R_{max} 0.02$ 以下であり、従来の研磨レンズと同等以上の性能を有していた。

[発明の効果]

以上説明した様に本発明による工程を行なう

押さえられる。

- (5) 型温が低い為、高温の硝子を使用しても融通が生じないばかりでなく、型温が実際の成形に必要な温度以上にならない為、型の寿命が大幅に延びる。

4. 図面の簡単な説明

第1図A～Cは本発明に係る成形プロセスを説明する図で

第1図Aはノズル11から型部材に熔融ガラスを挿入する説明図、

第1図Bは第1次加圧の説明図

第1図Cは第2次加圧の説明図

第2図は本発明のプロセスに用いる装置の説明図

第3図は本発明の実施例1に係る温度曲線図

第4図は成形するレンズの形状を示す図

1…下型

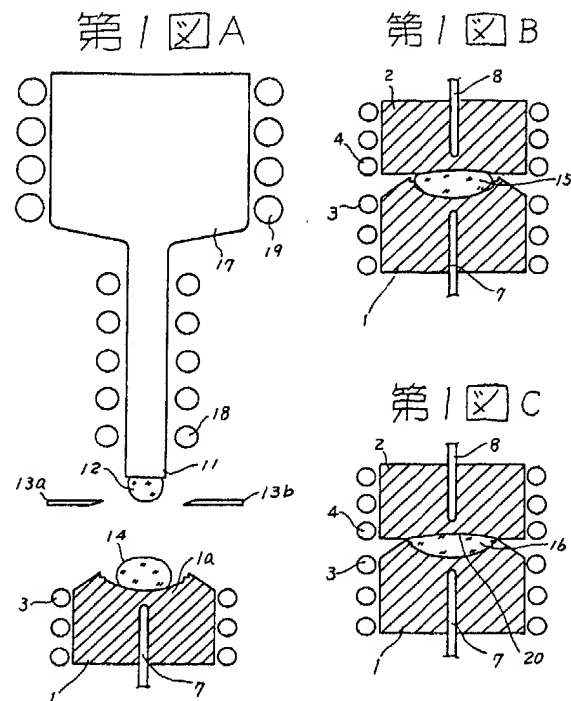
2…上型

3・4…ヒータ

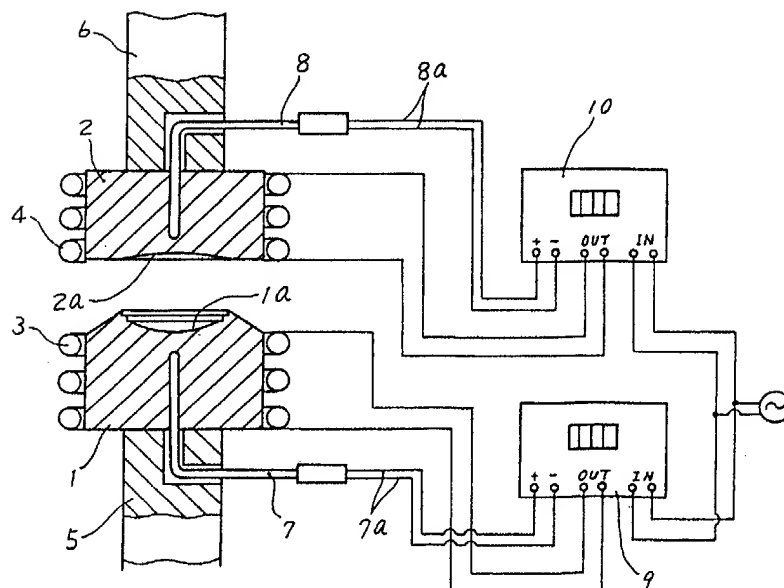
5・6…型保持部材

- 7・8…温度検出器
 9・10…コントローラ
 11…ノズル
 12…流出硝子
 13a,13b…切断刃
 14,15,16…被成形硝子
 17…るっぽ
 18,19…ヒーター
 1a,2a…光学機能面
 7a,8a…温度出力信号線

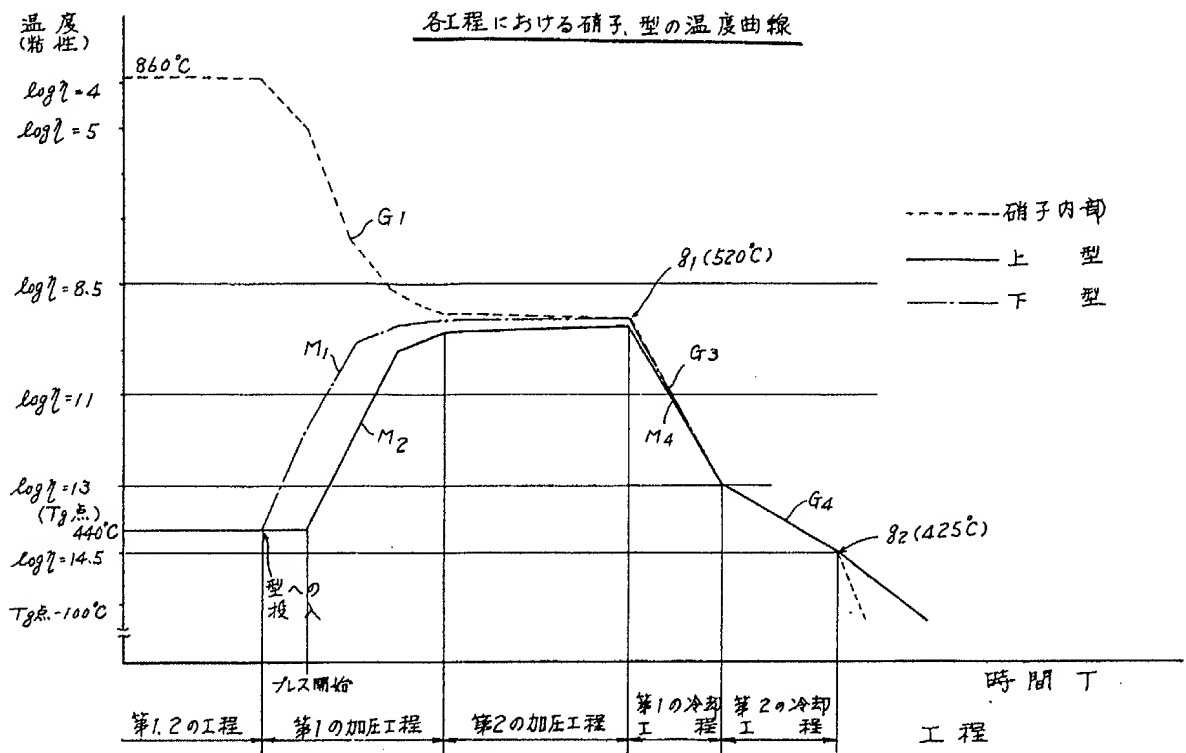
出願人 キヤノン株式会社
 代理人 丸島儀一



第2図



第 3 ☒



第 4 ☒

